

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-203287  
(43)Date of publication of application : 16.08.1989

(51)Int.CI.

C30B 15/36  
// H01L 21/208

(21)Application number : 63-028030  
(22)Date of filing : 08.02.1988

(71)Applicant : NEC CORP  
(72)Inventor : KITANO TOMOHISA  
WATANABE HISAO

## (54) METHOD FOR PULLING UP SINGLE CRYSTAL

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To inhibit the occurrence of dislocation during the growth of a single crystal by using a seed crystal having a prescribed orientation and hardly affected by thermal stress in a method for pulling up a single crystal having a diamond structure or the like.

**CONSTITUTION:** When a single crystal of a semiconductor such as Si or GaAs having a diamond structure, a zincblende structure or a face-centered cubic structure is pulled up by the liq. sealed Czochralski method or other method, a seed crystal having <110> orientation and hardly affected by thermal stress which controls the occurrence of dislocation is used so as to prevent the occurrence of dislocation during the growth of a single crystal.

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A) 平1-203287

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

C 30 B 15/36  
// H 01 L 21/208

識別記号

府内整理番号

8518-4G  
7630-5F

⑭ 公開 平成1年(1989)8月16日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 単結晶引き上げ方法

⑯ 特願 昭63-28030

⑰ 出願 昭63(1988)2月8日

⑱ 発明者 北野 友久 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 発明者 渡辺 久夫 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑳ 出願人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

㉑ 代理人 弁理士 内原 晋

明細書

発明の名称 単結晶引き上げ方法

特許請求の範囲

ダイヤモンド構造、せん亜鉛構造または面心立方構造を各々持つ単結晶の引き上げ方法において、<110>方位の種結晶を用いることを特徴とする単結晶引き上げ方法。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、単結晶引き上げ方法に関し、特に転位の少ない単結晶を作製することのできる単結晶引き上げ方法に関する。

(従来の技術およびその問題点)

単結晶とりわけ、Si<sub>x</sub>GaAsに代表される半導体結晶は、半導体産業にとってきわめて重要な材料である。これら単結晶を融液から種結晶を用いて単結晶を引き出すいわゆる引き上げ法により作製する際に発生する転位や点欠陥等の格子欠陥は、デ

バイス特性に悪影響を及ぼすことがよく知られている。特にGaAs単結晶では、転位が多く発生しやすく、FETのしきい値電圧のバラツキに影響を及ぼすことが懸念される。

転位の発生を抑制するためには、単結晶引き上げ際に、結晶が受ける熱応力を減少する必要がある。その方法として、従来よりInを添加したり、成長速度を遅くして、熱応力の影響を受けにくいう条件にしたり、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の成分を持つ厚い液体封止剤を融液上におおい、引き上がった単結晶を液体封止剤中で冷却する方法が行なわれている。

しかしながら、成長速度を遅くするには限度があり、またIn不純物原子を添加した単結晶引き上げでは、成長速度を遅くすることによって、In原子の析出が生じやすくなり、単結晶の長尺化や生産効率といった問題が生じる。一方、液体封止剤中で冷却する方法では、長尺の単結晶を引き上げるには、大きな厚さを持った液体封止剤が必要となり、引き上げ炉が巨大化する問題が生じる。

本発明は、このような従来の問題点を解決するためになされたものであり、転位の発生を支配する熱応力の影響を最も受けにくい結晶方位を持つ種結晶を用いて、単結晶成長中での転位の発生を抑制するための方法を提供することにある。

## (問題を解決するための手段)

本発明はダイヤモンド構造、せん亜鉛構造及び面心立方構造の単結晶を引き上げる方法において<110>方位の種結晶を用いた単結晶引き上げ方法を提供するものである。

## (作用)

以下、本発明の作用について、図面を参照にして詳細に説明する。

第1図は、本発明による単結晶引き上げ方法の概念を示す図である。単結晶を引き上げる際、結晶の受ける熱応力は、極座標表示によって、結晶の接線方向の成分 $\delta_\theta$ 、半径方向の成分 $\delta_r$ 、軸方向の成分 $\delta_z$ に分類できる。この3つの成分のうち、接線方向の成分 $\delta_\theta$ が単結晶を引き上げる際に、単結晶表面からのすべり転位の発生に大きな影響を及ぼす。

第1図は、各引き上げ結晶方位におけるその結晶方位と垂直な方位に熱応力が作用した時の12のすべり系にわたっての最大シユミット因子の大きさを(001)ステレオ透影図上(a)図に示したものである。シユミット因子は、最大値として0.5となるので、各結晶方位で、最大シユミット因子が0.5という条件を設定すると、(b)図に示すように、(001)ステレオ透影図上の全部の結晶方位がこの条件を満足する。ここで、結晶面の次数としては8次まで考慮している。最大シユミット因子の制限を0.49とし、すべり転位の発生を抑止する効果を強める結晶方位を考察してみると、この条件を満足している結晶方位は(c)図に示したものである。(c)図において従来より活発に行なわれている<100>引き上げ方位は、除外されてしまう。最大シユミット因子の制限を0.8、さらには0.7とし、すべり転位発生を抑止する効果を強める結晶方位を考察していくと、この条件を満足する方位は、(d),(e)図に示された結晶方位のみに限定されてしまう。(e)図においては<100>引き上げと同様によく用いられている

一方、ダイヤモンド構造やせん亜鉛構造さらに面心立方構造の原子構造を持つSiやGaAs,InP等の単結晶でのすべり転位は4つの(111)面をすべり面とし、各すべり面に対しても各々3つの<110>方向のすべり方向を有する12のすべり系によって支配されている。すべり転位の発生は、ある臨界せん断応力 $\tau_c$ を超えた時に前述した12のすべり系に支配されて生じる。今、単結晶引き上げ時に生じる熱応力を $\tau$ とすると、 $\tau_c$ と $\tau$ は、次の関係式によって結ばれている。 $\tau_c = \tau \cos\alpha \cos\beta$

ここで $\alpha$ は、熱応力 $\tau$ が働く方向とすべり面のなす角、 $\beta$ は、熱応力 $\tau$ が働く方向とすべり方向のなす角であり、 $\cos\alpha \cos\beta$ はシユミット因子と呼ばれるものである。

成長速度等を改良することによって $\tau$ を減少することができるということを従来技術およびその問題点の所で述べたが、それにも限度がある。そこで、ある一定の熱応力 $\tau$ が働いた時に、その影響を最も受けにくい引き上げ方位の考察を行なった。

<111>引き上げ方位も除外されてしまう。最終的には、最大シユミット因子0.45361で<110>の方位がすべり転位の発生を抑止する効果を強める結晶方位と断定できる。

## (実施例)

第1の実施例としてGaAs単結晶を液体封止チョクラルスキー法によって作製した。種結晶の方位は<110>で引き上げ速度は、4~6mm/hr、融液の温度は1300°Cである。その結果、アンドープGaAs結晶においては、通常、 $4 \times 10^4/\text{cm}^3$ 以上の転位密度が約半分の $1 \sim 2 \times 10^4/\text{cm}^2$ に低減した。またInを添加した単結晶においては、無転位結晶を得るには、通常 $\sim 5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 以上のIn濃度を必要とするが、約 $\sim 10^{19}/\text{cm}^3$ の濃度でも無転位結晶を得ることができる。

次に第2の実施例として<110>方位のInP種結晶を用いてInPの単結晶を液体封止チョ克拉ルスキー法により引き上げた。その結果アンドープ単結晶においては、通常行なわれている<100>方位の

特開平1-203287(3)

$\sim 10^5/\text{cm}^2$  の転位密度に対して  $4 \times 10^4/\text{cm}^2$  という低い値が得られた。

第3の実施例としてダイヤモンド構造を有する Si をチョクラルスキー法により引上げた。無転位の単結晶がきわめて再現性良く得られた。

以上の実施例においては GaAs, InP, Si の単結晶を引上げた例を示したが、本発明はダイヤモンド構造、せん亞鉛構造及び面心立方構造を有する。

また、本発明の効果は本質的に引上速度に依存するものではない。

#### (発明の効果)

本発明によれば、転位の発生を支配している熱応力の影響を最も受けにくく、単結晶成長中の転位の発生を抑止することが可能である。

#### 図面の簡単な説明

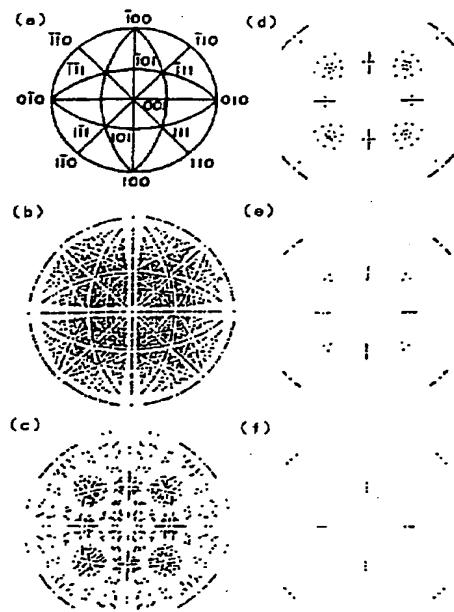
第1図は、本発明による概念を計算した結晶方位を示す図で、(a)は(001)ステレオ透影図、(b)は最大シユミット因子0.5を満足する結晶方位、(c)は最大シユミット因子0.49を満足する結晶方位、(d)は最大シユミット因子0.48を満足する結晶方位、(e)は最

大シユミット因子0.47を満足する結晶方位、(f)は最大シユミット因子0.45361を満足する結晶方位を示す図である。

代理人 弁理士 内原 駿

図面の序書

第1図



#### 手続補正書(方式)

63.6.29  
昭和年月日  
通

特許庁長官 殿

1. 事件の表示 昭和63年 特許頭 第 28030号

2. 発明の名称

単結晶引き上げ方法

3. 補正をする者

事件との関係

出願人

東京都港区芝五丁目33番1号

(423) 日本電気株式会社

代表者 関本忠弘

4. 代理人



108 東京都港区芝五丁目37番8号 住友三田ビル  
日本電気株式会社内  
(6591) 弁理士 内原 駿 (内原駿)  
電話 東京 (03) 456-3111 (大代表)  
(連絡先 日本電気株式会社 特許部)  
昭和63年5月31日(発送日)

5. 補正命令の日付

6. 補正の対象

図面

7. 補正の内容

- 1) 本願添付図面第1図を別紙の通り補正する。

代理人 弁理士 内原 晋